Aus der Kinder-Klinik der Universität Breslau.
Direktor: Professor Dr. Stolte

Beitrag zur PQ- und QT-Dauer im Ekg des Kindesalters

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades in der Medizin
bei der Hohen Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Willi Porscha

Breslau 1940

Dissertationsdruckerei R. Nischkowsky (v. Heydebrand)

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Breslau.

Referent: Prof. Dr. Stolte

Dekan: Prof. Dr. Gottron.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner lieben Mutter

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545813_0120

Während in der Klinik des Erwachsenen die Elektrokardiographie schon lange die ihr zukommende Bedeutung erlangt hat, ist in der Kinderheilkunde diese Untersuchungsmethode des Herzens noch immer im Aufbau begriffen. Dies geht am besten daraus hervor, daß noch keine allgemeingültigen Norm- und Höchstwerte für die einzelnen Abschnitte des Ekg bekannt sind, während man sich bei den Erwachsenen schon lange auf solche geeinigt hat.

Über die PQ-Dauer im Kindesalter liegen zwar schon einige Untersuchungen vor. (Hecht, Seham, Nadrai, Camman und andere.)

Über die QT-Dauer dagegen ist bisher sehr wenig bekannt. Vergleiche zwischen den Ergebnissen der einzelnen Untersucher sind umso schwerer zu ziehen, als die Resultate nicht auf einen einheitlichen Sollwert bezogen wurden, indem nämlich die einzelnen Autoren die gemessenen Werte mit verschiedenen Formeln in Beziehung setzten. Die den tatsächlichen Verhältnissen der QT-Dauer in ihrer Abhängigkeit von der Schlagfrequenz wohl am meisten gerecht werdende Formel ist die nach Heggtlin und Holzmann ($Q—T = 3{,}9 \sqrt{R—R}$).

Für diese Formel gilt im Frequenzbereich des Erwachsenen eine Streubreite von ± 4/100 Sek. Unsere Aufgabe war es nun, die gemessenen QT-Werte kindlicher normaler Ekg in ihren Beziehungen zu der genannten Formel festzustellen und damit zugleich die Frage der zusätzlichen Streubreite zu beantworten; außerdem wurde auch die PQ-Dauer in ihrer Beziehung zu Alter und Frequenz untersucht.

Untersuchungsmethode:

Als Untersuchungsmaterial dienten 550 Ekg des Kindesalters. Davon entfielen:

bis zu 1 Jahr	62 Fälle (Gruppe I)
2.—3. Jahr	57 Fälle (Gruppe II)
4.—5. Jahr	51 Fälle (Gruppe III)
6.—9. Jahr	109 Fälle (Gruppe IV)
10. Jahr und darüber (Klinikpatienten, Jungvolk, HJ, BDM)	271 Fälle (Gruppe V)
	550 Fälle

Verwertet wurden grundsätzlich nur solche Fälle, die nach klinischem Untersuchungsbefund und Ekg als herzgesund zu bezeichnen waren. In unserem Untersuchungsmaterial befanden sich auch solche Kinder, die einen akuten Infekt überstanden hatten, aber nach den oben genannten Kriterien als herzgesund anzusehen waren. Das Bestehen erhöhter Temperatur schloß eine Verwendung des Ekg nicht aus. Fieber-Ekg., die keinen pathologischen Befund zeigten, waren uns sogar wegen ihrer durchschnittlich höheren Frequenz erwünscht, da im hohen Frequenzbereich naturgemäß weniger Fälle zur Beobachtung kamen als im mittleren und unteren. Die Gruppe V ist insofern uneinheitlich, als sie neben 146 Ekg von Klinikpatienten auch 125 von Angehörigen des Jungvolk, HJ. und BDM. enthält.

Die Ekg des Jungvolk, HJ. und BDM. standen uns von früheren Untersuchungen zur Verfügung, leider ohne Altersangaben im einzelnen. Da die Jungvolkangehörigen in der Regel jünger als 10 Jahre sind, ist mithin die Gruppe V altersmäßig nicht ganz einheitlich.

Ausmessung:

Die Zeitschreibung bei unseren Ekg, die alle mit dem Siemens-Verstärkergerät aufgenommen waren, beträgt $^1/_{20}$ Sek. Zur möglichst genauen Ausmessung der RR-, PQ- und QT-Zeiten gingen wir folgenden Weg: Die Ausmessung wurde grundsätzlich in Ableitung II vorgenommen. Die Gesamtdauer mehrerer (8—10) aufeinanderfolgender RR-Abstände wurde ausgemessen und durch Division die Zeit einer mittleren RR-Dauer und damit die Schlagfrequenz bestimmt. Die mittlere PQ- und QT-Dauer wurde durch Ausmessung aller in Ableitung II gut zur Darstellung gekommenen Vorhof- und Kammerteile in der Weise ermittelt, daß jedes einzelne PQ- und QT-Intervall für sich mit Hilfe eines Zirkels gemessen wurde. Die Summe der erhaltenen Werte wurde durch die Anzahl der Messungen dividiert und so ein dreistelliger Mittelwert gewonnen. Zeitabstände, die innerhalb der Markierung des Ekg (Zeitschreibung $^1/_{20}$ Sek.) fielen, wurden durch das Augenmaß bestimmt. Bei einiger Übung erhält man mit dieser einfachen Methode — wie wir glauben — recht genaue Werte. Eine Übertragung der gemessenen Ekg-Abstände und der Zeitschreibung auf Millimeterpapier ergibt keine besseren Resultate.

Untersuchungsergebnisse:

I. QT-Dauer
II. PQ-Dauer.

I.

Tafelabbildung I zeigt die QT-Werte aller 550 Fälle in graphischer Darstellung, wie sie sich um die nach der Formel von Hegglin und Holzmann errechnete Kurve gruppieren. Daraus geht hervor, daß die nach der genannten Formel errechnete Kurve den tatsächlichen Verhältnissen weitgehend gerecht wird, indem sie mitten durch das durch Punkte dargestellte Gebiet hindurchzieht. Weiterhin ergibt sich, daß die Streubreite, die im niederen Frequenzbereich (60—80) etwa $^4/_{100}$ Sek. beträgt, mit zunehmender Frequenz deutlich abnimmt. Nach unseren Ergebnissen ist bei der Schlagfolge von 100—110 nur noch mit einer Streubreite von $^3/_{100}$ Sek. zu rechnen, die bei einer Frequenz ab 130 nur noch $^2/_{100}$ Sek. und bei einer Frequenz um 160 nur noch ^{1}—^{1},$^5/_{100}$ Sek. beträgt. Bei noch höherer Frequenz, die nur ganz selten gefunden wurde, gruppieren sich die gemessenen Werte noch enger um die formelmäßig errechneten. In diesem hohen Frequenzbereich ist die Ausmessung der QT-Zeiten insofern erleichtert, als durch das enge Zusammenrücken der P- und T-Zacke das Ende des Kammerteils scharf gegen den nächsten Vorhofteil abgegrenzt ist. Andererseits verlieren die gemessenen Werte an Bedeutung, weil die Gefahr besteht, daß man wegen des oben genannten nahen Zusammenrückens von T und P zu kurze QT-Zeiten mißt.

Uns interessierte nun die Frage, ob neben der Frequenzabhängigkeit der QT-Dauer auch ein Alterseinfluß auf diese Größe nachgewiesen werden konnte. Zu diesem Zweck wurde das Gesamtmaterial nach Altersgruppen getrennt graphisch zur Darstellung gebracht und ausgewertet. Eine Bewertung der QT-Dauer hinsichtlich der verschiedenen Altersgruppen ist insofern schwierig, als die durchschnittliche Frequenz mit zunehmendem Alter abnimmt. In unserem Material beträgt die durchschnittliche Frequenz im ersten Lebensjahr 136; im zweiten bis dritten Lebensjahr 115; im vierten bis fünften Lebensjahr 101; im sechsten bis neunten Lebensjahr 87. In der Altersgruppe V fanden wir eine mittlere Schlagfolge von 81. Zu einem Vergleich der relativen QT-Zeiten im Hinblick auf die Altersstufen mußten daher Frequenzbereiche gewählt werden, die in den zu vergleichenden Altersgruppen hinreichend oft vertreten waren

Wir verglichen daher in den ersten beiden Altersstufen (Gruppe I und II) die QT-Zeiten im Frequenzbereich von 90—130. In diesem Bereich fielen von den 62 Fällen der Gruppe I 30 und den 57 Fällen der Gruppe II 43. Für die höheren Altersstufen wurde der Frequenzbereich, in dem die QT-Zeiten der einzelnen Gruppen verglichen wurden, mit Rücksicht auf die Abnahme der mittleren Schlagfolge auf 80—120 herabgesetzt. Von den 51 Fällen der Gruppe III fielen 41 in den genannten Frequenzbereich, von den 109 Fällen der Gruppe IV 82 und von den 270 Fällen der Gruppe V 155.

Die mittlere QT-Dauer im gleichen Frequenzbereich zeigt nun deutlich eine Zunahme wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Altersstufe	Gesamtzahl der Fälle	Zahl der Fälle im zu vergleich. Frequenzbereich	Mittlere PQ-Dauer im zu vergleichend. Frequenzbereich
Gruppe I	62	30	27,9/100 Sek.
Gruppe II	57	43	28,9/100 Sek.
Gruppe III	51	41	30,5/100 Sek.
Gruppe IV	109	82	31,9/100 Sek.
Gruppe V	271	155	31,9/100 Sek.

Textabbildung I

Danach steigt die mittlere QT-Zeit im Frequenzbereich von 90—130 von 27,9/100 Sek. der ersten Gruppe auf 28,9/100 Sek. der zweiten Gruppe. Für die nächsten Altersstufen, die in einem Frequenzbereich von 80—120 verglichen wurden, nahm die mittlere QT-Zeit von 30,5/100 Sek. der Gruppe drei auf 31,9/100 Sek. der Gruppe vier zu. In der Gruppe fünf war eine weitere Zunahme der QT-Zeit nicht erkennbar. Dies ist nicht verwunderlich, da hierbei uneinheitliche Altersverhältnisse vorlagen, wie oben angedeutet.

Diese Ergebnisse zeigen, daß auch im Kindesalter neben der Frequenzabhängigkeit der QT-Dauer eine Altersabhängigkeit besteht, wie dies für die Erwachsenen von Schlomka und Raab festgestellt wurde.

Weiterhin war die Frage zu beantworten, ob auch die Streubreite der QT-Dauer neben der Frequenz eine Altersabhängigkeit aufweist. Aus den Tafelabbildungen II, III, IV, V, VI, in denen die gemessenen QT-Zeiten in ihrer Beziehung zum „Normalwert“ nach Hegglin und Holzmann durch Punkte dargestellt sind, geht hervor, daß die zulässige Steubreite

offenbar nicht einfach eine Funktion der Frequenz, sondern auch des Lebensalters ist. Während in der ersten und zweiten Gruppe (Tafelabbildung II, III) eine Streuung der gemessenen QT-Zeit um die errechneten Werte vorwiegend im Sinne einer Verkürzung beobachtet wird, ist in den höheren Altersstufen (Tafelabbildung V, VI) in der Mehrzahl der Fälle mit einer Streuung im Sinne einer Verlängerung der QT-Zeit zu rechnen. Die Veränderung der Streurichtung geht also mit der altersmäßigen Zunahme der mittleren QT-Zeit parallel. Es gibt demnach keine für alle Altersgrenzen in gleicher Weise geltende Frequenzabhängigkeit und Streubreite für die QT-Dauer, da das Lebensalter als solches, wie oben gezeigt, diese beiden Größen verändert.

Streng genommen müßte daher für jede Altersstufe durch Änderung der Konstanten in der Formel (zur Bestimmung der Frequenzabhängigkeit der QT-Dauer) eine Normalkurve empirisch festgelegt werden. Für jede dieser Kurven wäre gesondert die zulässige Streubreite zu ermitteln. Für die klinische Bewertung der QT-Zeit kann wahrscheinlich die Altersabhängigkeit vernachlässigt werden. Um nämlich den Rahmen der normalen QT-Zeiten nicht zu eng, bezw. den der abnormen QT-Zeiten nicht zu weit spannen, halten wir es für zweckmäßig, hinsichtlich der Streubreite nur die frequenzbedingten und nicht noch die altersbedingten Änderungen klinisch zu verwerten.

Zusammenfassend stellen wir nach unseren Untersuchungen Folgendes fest:

Die QT-Dauer zeigt neben der Frequenzabhängigkeit auch eine Altersabhängigkeit. Dasselbe gilt auch für die in den einzelnen Frequenzbereichen zulässige Streubreite der QT-Zeit. Danach ist eine formelmäßige Bestimmung der Frequenzabhängigkeit der QT-Dauer, die für alle Altersstufen in gleicher Weise gilt, bei Beibehaltung einer unveränderlichen Konstanten in der Formel nicht möglich. Eine bessere formelmäßige Erfassung der relativen QT-Dauer ist daher nur durch Einführung einer je nach der Altersstufe wechselnden Konstanten in die Gleichung von Hegglin und Holzmann möglich. Für klinische Zwecke glauben wir aber, die Altersabhängigkeit der QT-Dauer und seiner Streubreite vernachlässigen zu können, sodaß auch im Kindesalter nur die Frequenzabhängigkeit beachtet zu werden braucht. Nach diesen Gesichtspunkten ist mit folgender Streubreite der normalen QT-Dauer zu rechnen:

Bei einer Frequenz um 100 mit ± 3/100 Sek.; ab 130 mit

± 2/100 Sek. und ab 160 nur noch mit ± 1 bis 1,5/100 Sek. Eine fixierte Streubreite von ± 4/100 Sek., wie sie von Hegglin und Holzmann für die Erwachsenen angegeben wurde, wird im Kindesalter den tatsächlichen Verhältnissen nicht gerecht.

II.

Auch für die PQ-Dauer ist nach unseren Untersuchungen eine Frequenz- und eine Altersabhängigkeit anzunehmen. Aus Textabbildung II geht die Altersabhängigkeit der PQ-Dauer in übersichtlicher Form hervor, indem ähnlich wie bei der QT-Dauer nur gleiche Frequenzbereiche berücksichtigt wurden.

Altersstufe	Gesamtzahl der Fälle	Zahl der Fälle im zu vergleich. Frequenzbereich	Mittlere QT-Dauer im zu vergleichend. Frequenzbereich
Gruppe III	51	41	13,5/100 Sek.
Gruppe II	57	43	12,8/100 Sek.
Gruppe I	62	30	11,1/100 Sek.
Gruppe IV	109	82	13,9/100 Sek.
Gruppe V	271	155	13,9/100 Sek.

Textabbildung II

Die mittlere PQ-Dauer im gleichen Frequenzbereich nimmt also von 11,1/100 Sek. mit steigendem Lebensalter auf 13,9/100 Sek. zu. Dieser Befund ist als Ausdruck für die altersbedingten Veränderungen der atrioventrikulären Überleitung zu deuten. Wir können somit die Ergebnisse von Camman im Kindesalter und von Scheer und Albers bei Erwachsenen bestätigen.

Da in der Pathologie der PQ-Dauer die Verlängerung dieser Größe eine wichtige Rolle spielt, andererseits aber, wie oben gezeigt, ein Einfluß von Frequenz und Alter auf die Überleitungszeit besteht, war die Frage nach den normalen Höchstwerten für die jeweiligen Altersstufen wichtig. Nach unseren Untersuchungen können folgende Zeiten für die atrioventrikuläre Überleitung als normale Höchstwerte gelten:

im Säuglingsalter	14/100 Sek.
im 2.—3. Lebensjahr	15—16/100 Sek.
im 4.—5. „	16/100 Sek.
im 6.—9. „	17(-18)/100 Sek.
und bei Kindern über 10 Jahre	18/100 Sek.

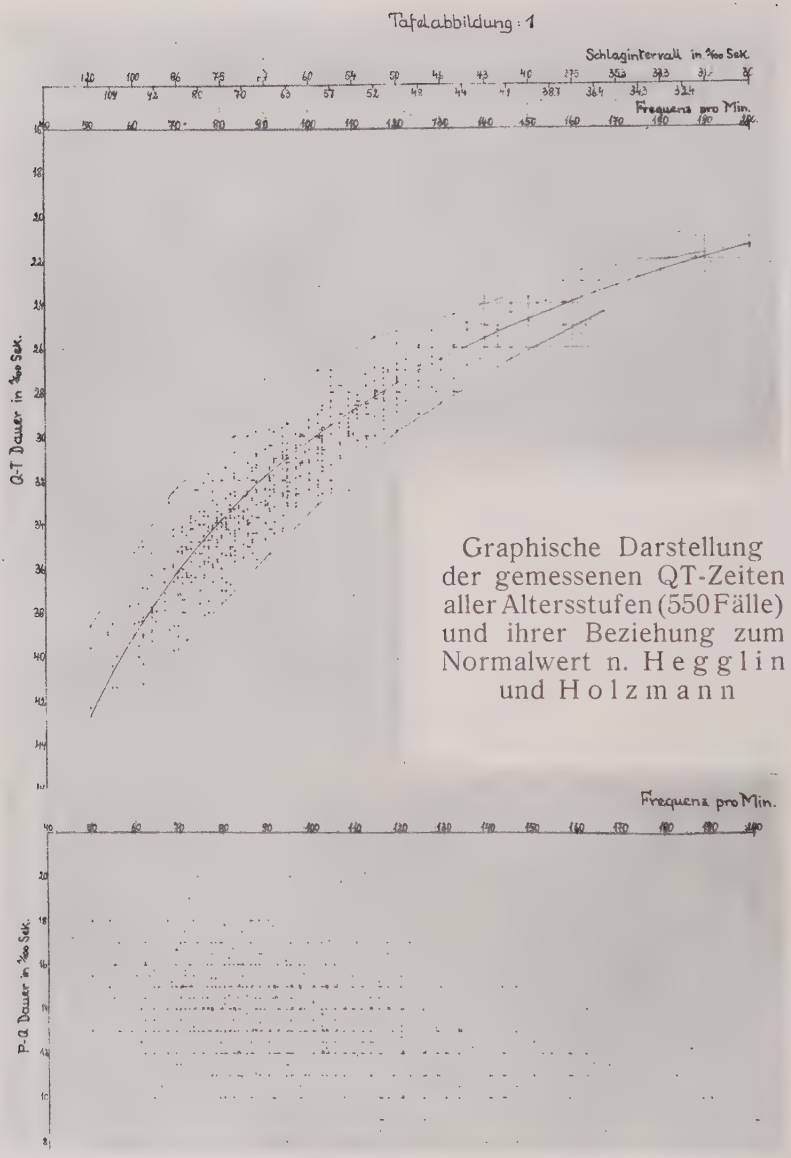
Vereinzelt wurden in der letzten Altersgruppe PQ-Zeiten von 19/100 Sek. (2 von 271 Fällen) und von 20/100 Sek. (ebenfalls 2 von 271 Fällen) beobachtet. Wahrscheinlich handelt es sich dabei aber schon um pathologische Verhältnisse. Aus Tafelabbildung II—VI sind unsere Meßergebnisse für die PQ-Dauer für die einzelnen Altersstufen graphisch dargestellt.

Die von uns gefundenen Höchstwerte für die Überleitungszeit in den einzelnen Altersklassen stimmen recht gut mit früheren Untersuchungen überein; lediglich im Säuglingsalter ergeben sich auffällige Differenzen. So rechnen Hecht mit 12/100 Sek., Seham mit 18/100 Sek., Jundell und Stenström mit 11/100 Sek., Nadrai mit 16/100 Sek., Camman mit 13/100 Sek., Krumbhaar und Jenks mit 12/100 Sek. im ersten Lebensjahr als Höchstwerte. Für das Kleinkindalter (2.—5. Lebensjahr) werden die Literaturangaben einheitlicher; nach Hecht 15/100 Sek., nach Seham 16/100 Sek., Camman 15/100 Sek. Im Schulalter wid meist eine PQ-Zeit von 17—19/100 Sek. als Höchstwert genannt.

Zusammenfassung:

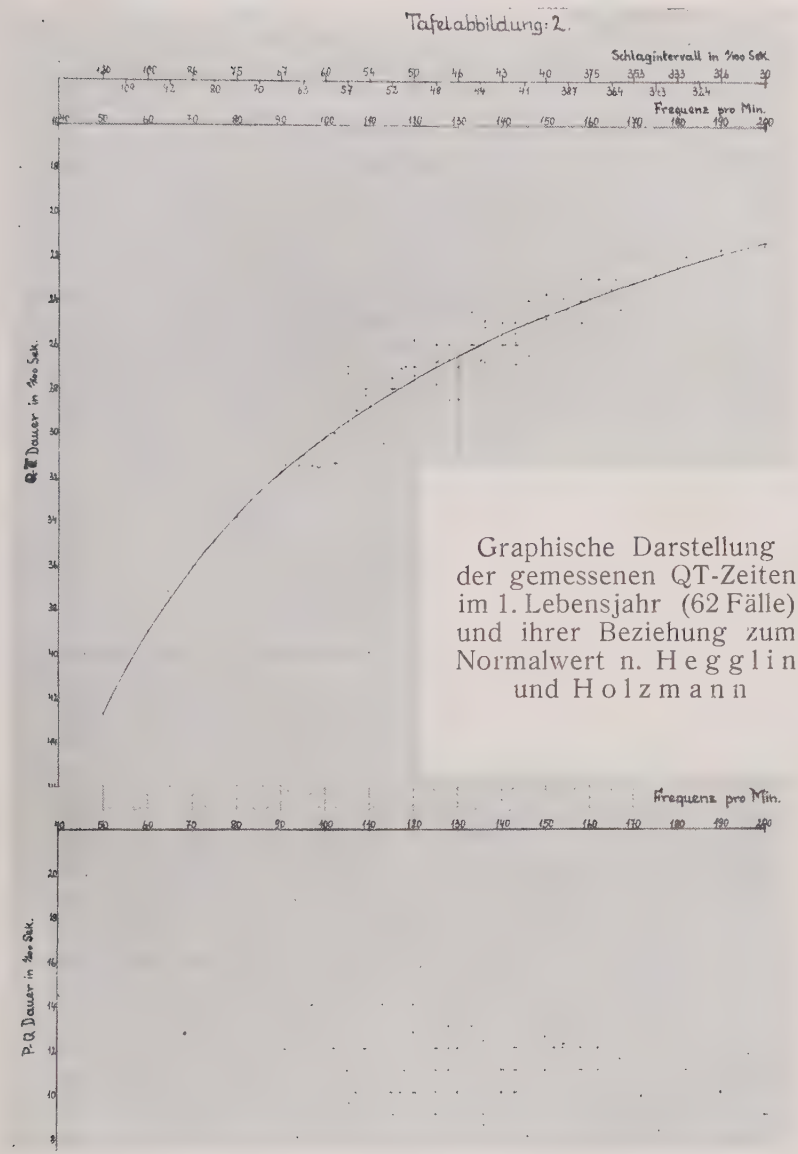
Aus 550 Ekg. kreislaufgesunder Kinder wurden die PQ- und QT-Zeiten ausgemessen. Für beide Größen konnte ein Einfluß von Frequenz und Alter nachgewiesen werden. Für die PQ-Dauer wurden normale Höchstwerte für die einzelnen Altersklassen angegeben. Hinsichtlich der QT-Dauer glauben wir, den Alterseinfluß in der klinischen Elektrokardiographie vernachlässigen zu können und ähnlich wie bei den Erwachsenen nur die Frequenzabhängigkeit beachten zu müssen. Für die Bewertung der relativen, das heißt frequenzabhängigen QT-Zeit, erwies sich auch im Kindesalter die Formel nach Hegglin und Holzmann als brauchbar. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den Erwachsenen ist in der Pädiatrie jedoch nicht mit einer konstanten Streubreite von ± 4/100 Sek. zu rechnen. Die zulässige Streubreite nimmt vielmehr mit steigender Frequenz immer mehr ab, wie aus Tafelabbildung I graphisch zum Ausdruck kommt.

Zum Schluß erlaube ich mir, Herrn Dr. Ohr für die Überlassung des Themas und wertvolle Anleitung meinen Dank auszusprechen.



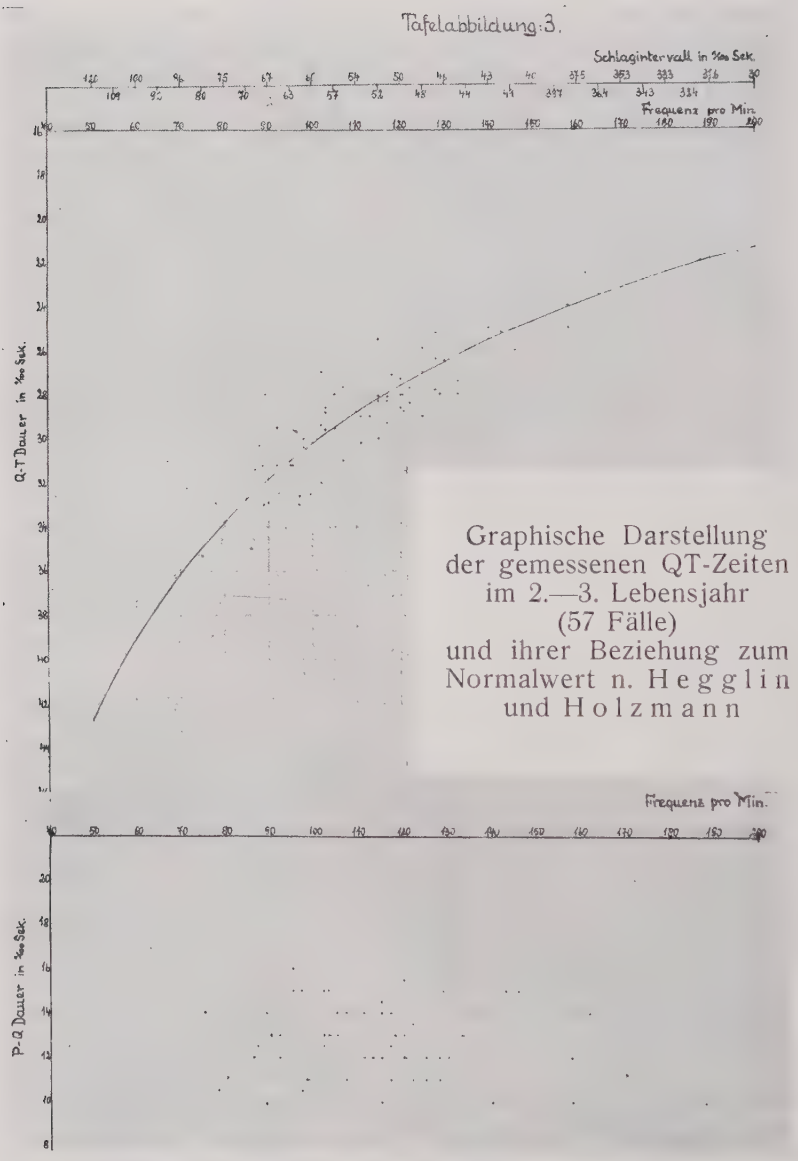
Graphische Darstellung der gemessenen QT-Zeiten aller Altersstufen (550 Fälle) und ihrer Beziehung zum Normalwert n. Hegglin und Holzmann

Graphische Darstellung der gemessenen PQ-Zeiten aller Altersstufen



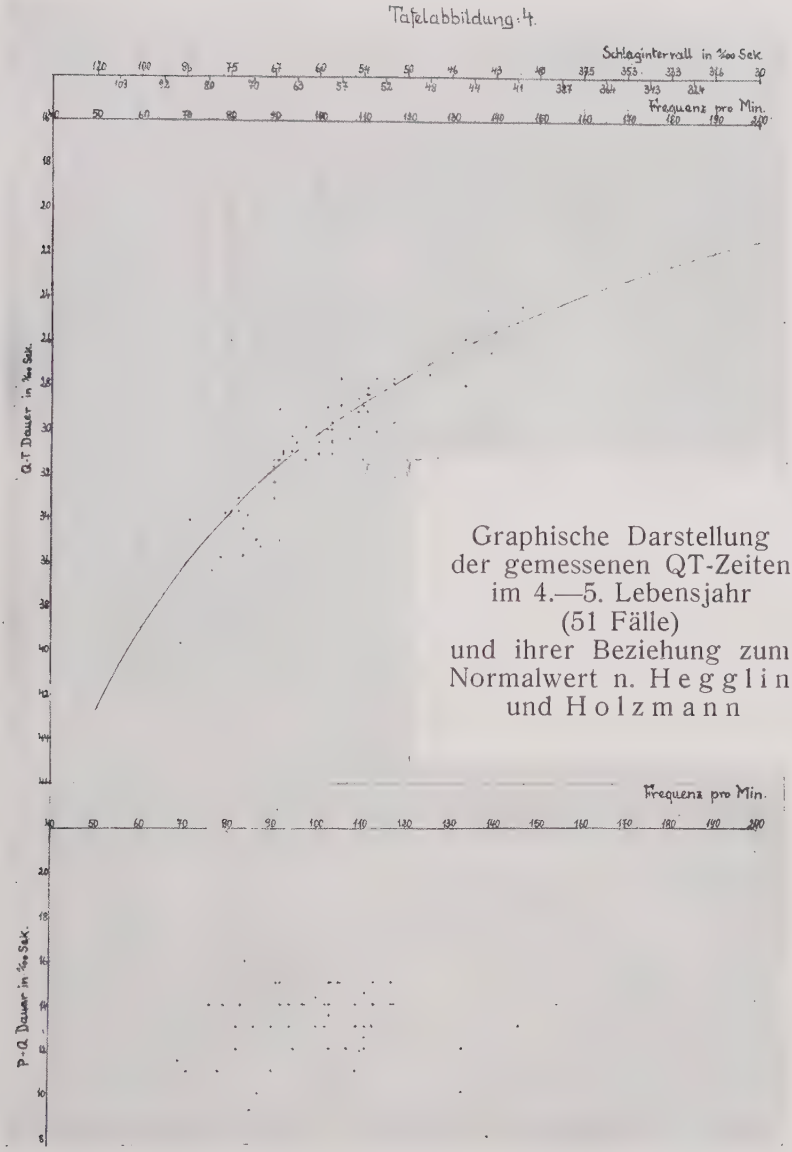
Graphische Darstellung der gemessenen QT-Zeiten im 1. Lebensjahr (62 Fälle) und ihrer Beziehung zum Normalwert n. Hegglin und Holzmann

Graphische Darstellung der gemessenen PQ-Zeiten im 1. Lebensjahr



Graphische Darstellung der gemessenen QT-Zeiten im 2.—3. Lebensjahr (57 Fälle) und ihrer Beziehung zum Normalwert n. Hegglin und Holzmann

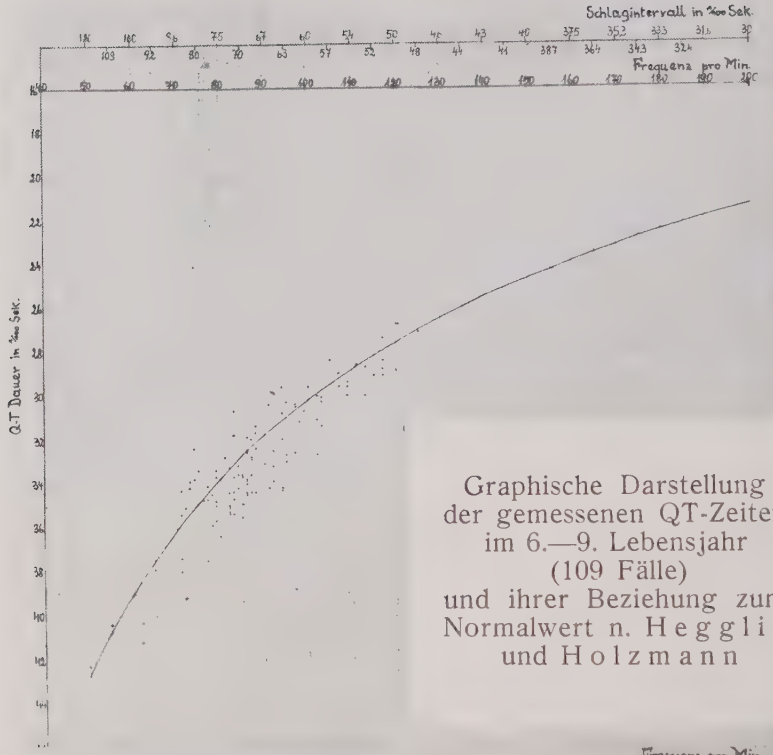
Graphische Darstellung der gemessenen PQ-Zeiten im 2.—3. Lebensjahr



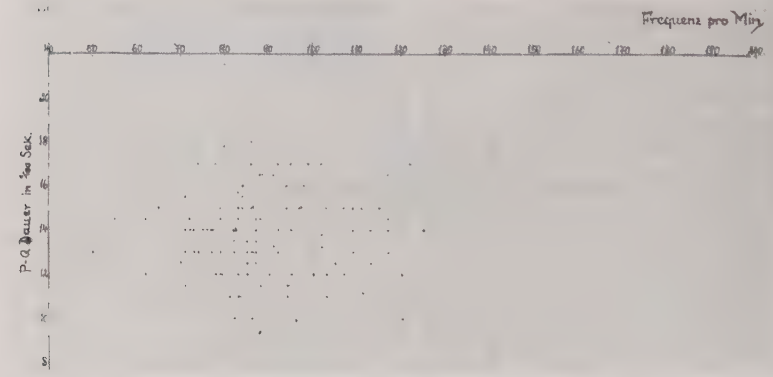
Graphische Darstellung
der gemessenen QT-Zeiten
im 4.—5. Lebensjahr
(51 Fälle)
und ihrer Beziehung zum
Normalwert n. H e g g l i n
und H o l z m a n n

Graphische Darstellung der gemessenen PQ-Zeiten
im 4.—5. Lebensjahr

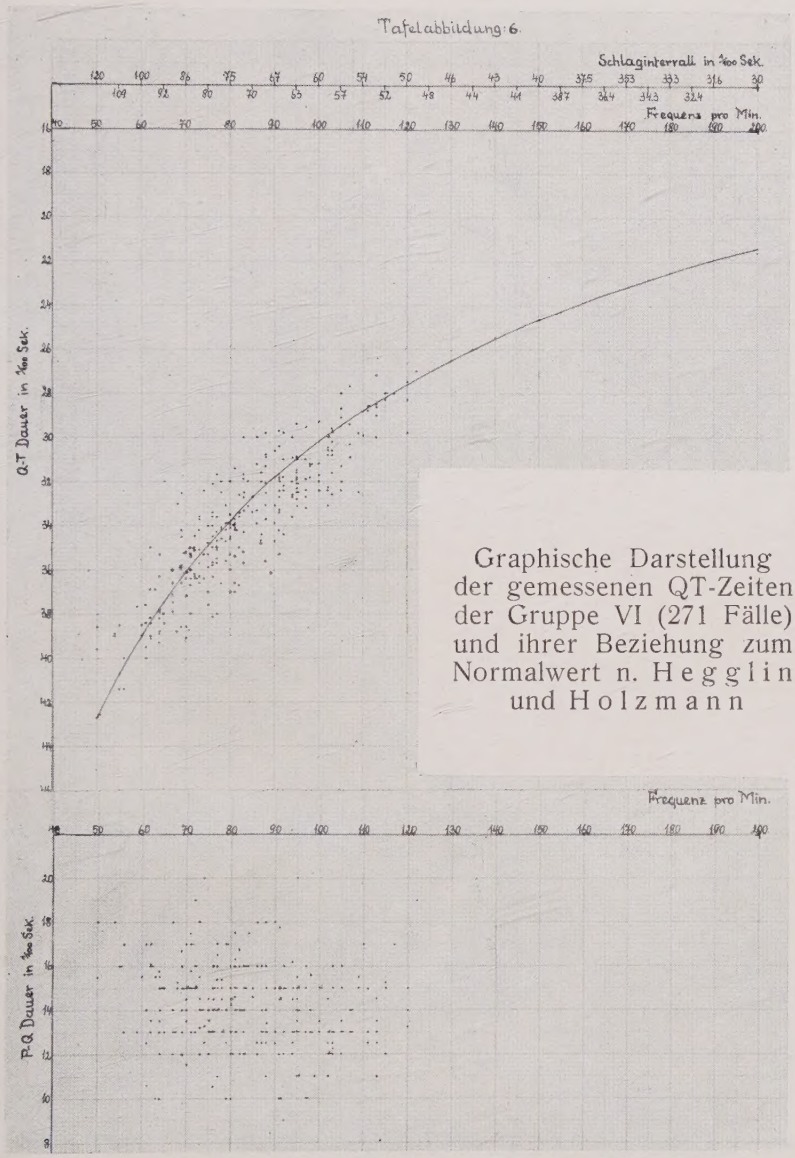
Tafelabbildung: 5



Graphische Darstellung der gemessenen QT-Zeiten im 6.—9. Lebensjahr (109 Fälle) und ihrer Beziehung zum Normalwert n. Hegglin und Holzmann



Graphische Darstellung der gemessenen PQ-Zeiten im 6.—9. Lebensjahr



Graphische Darstellung der gemessenen QT-Zeiten der Gruppe VI (271 Fälle) und ihrer Beziehung zum Normalwert n. Hegglin und Holzmann

Graphische Darstellung der gemessenen PQ-Zeiten der Gruppe VI

Schrifttum

Albers und Urban, Zeitschrift für Kreislaufforschung, Heft 9 (1940)

Albers und Scheer, Zeitschrift für Kreislaufforschung, Heft 3 (1940)

Hecht, Ergebnisse der inneren Medizin II (1913)

Krumbhaar und Jenks, Heart 6 (1917) zit. bei Camman

Seham, Amer. J. Dis. Childr. 21 (1921) zit. bei Camman

Camman, Monatsschrift der Kinderheilkunde, 82, I. und II. Heft

Engel, Z. Kdrhk. 59 (1927)

Hegglin und Holzmann, Z. klin. Med. 132 (1937)

Nadrai, Z. Kdrhk. 60 (1938)

Schlomka und Raab, Zeitschrift für Kreislaufforschung (1936), Heft 18

Lebenslauf.

Am 13. Juni 1914 wurde ich als Sohn des Bergmanns Josef Porscha und seiner Ehefrau Martha, geborene Matzner, in Schlegel, Kreis Glatz geboren. Mein Vater fiel 1914 in Frankreich. Nach Volksschulbesuch und Lateinvorbereitung trat ich 1927 in die Quinta des Staatlichen Gymnasiums zu Glatz ein und legte an dieser Anstalt 1935 die Reifeprüfung ab. Nach Ableistung meiner Arbeitsdienstpflicht begann ich im Wintersemester 1935/36 mein Medizinstudium in Breslau; während meiner Studienzeit studierte ich auch an den Universitäten in Freiburg, Hamburg und Berlin. Den ersten Abschnitt der ärztlichen Vorprüfung bestand ich 1936 in Breslau, den zweiten Abschnitt 1938 in Freiburg; mein Staatsexamen legte ich 1940 in Breslau ab. Die Bestallung als Arzt erhielt ich mit Wirkung vom 15. Juli 1940.